

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-74606

(P2002-74606A)

(43) 公開日 平成14年3月15日 (2002.3.15)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
G 1 1 B	5/02	G 1 1 B	S 5 D 0 3 3
	5/31		A 5 D 0 3 4
			K 5 D 0 7 5
	5/39	5/39	5 D 0 9 1
11/10	5 0 2	11/10	5 0 2 Z
審査請求 有 請求項の数16 O L (全 9 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-194639(P2001-194639)

(22) 出願日 平成13年6月27日(2001.6.27)

(31) 優先権主張番号 09/608848

(32) 優先日 平成12年6月29日(2000.6.29)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシー
ズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSIN
ESS MACHINES CORPO
RATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州
アーモンク (番地なし)

(74) 代理人 100086243

弁理士 坂口 博 (外2名)

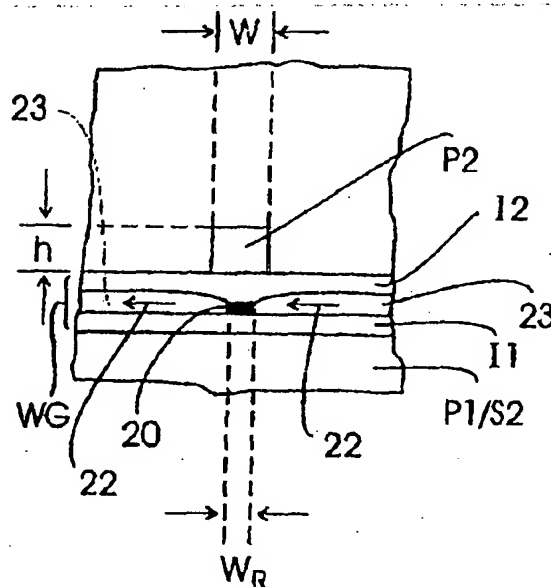
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 書き込みギャップ内に抵抗ヒータを持つ熱支援型ヘッド及びディスク・ドライブ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 狭いトラック幅を達成する熱支援型磁気記録システムのための書き込みヘッドを提供する。

【解決手段】 薄膜誘導性書き込みヘッドが、書き込みヘッドの極先端の間の書き込みギャップWG内に配置される電気抵抗ヒータ20を含む。抵抗ヒータは、書き込みヘッドの極先端の間に配置される第1及び第2のスペーサ層11、12の間に挟まれる。CIP型ヘッドでは、スペーサ層が絶縁材料により形成され、電気リードがスペーサ層の間の膜の一部として形成され、抵抗ヒータのそれぞれの側部に接触する。抵抗ヒータの幅 W_h は極先端の幅 W よりも小さい。従って、抵抗ヒータにより加熱されるディスク上の磁性層の領域だけが、書き込みヘッドの極先端により書込まれるので、ディスク上のデータ・トラック幅が、書き込みヘッドの極先端の形状によってではなく、抵抗ヒータの幅により規定される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】薄膜誘導コイルと、書込みギャップにより分離された1対の書込み磁極とを有する熱支援型の磁気記録式薄膜誘導性書込みヘッドであって、前記ギャップ内に電気抵抗ヒータを含むヘッド。

【請求項2】前記ギャップ内に、前記ヒータに接続される第1及び第2の電気リードを含む、請求項1記載のヘッド。

【請求項3】前記ギャップ内にあって、前記磁極の1つを前記ヒータから分離する第1の絶縁スペーサと、前記ギャップ内にあって、別の前記磁極を前記ヒータから分離する第2の絶縁スペーサとを含む、請求項2記載のヘッド。

【請求項4】熱支援型磁気記録のための薄型書込みヘッドであって、

基板と、

ギャップを画定するように間隔をあけられた極先端を各々が有する、第1及び第2の磁極片を含む前記基板上の磁気ヨークと、

前記第1の極先端に隣接して、前記ギャップ内に配置される第1のスペーサ層と、

前記第2の極先端に隣接して、前記ギャップ内に配置される第2のスペーサ層と、

前記ギャップ内の前記第1及び第2のスペーサ層の間に配置され、電流が印加されるとき熱を生成する高い電気抵抗領域を有する導電材料層と、

前記ヨーク内に配置され、前記極先端を横断する磁界を生成するコイル層とを含むヘッド。

【請求項5】前記基板がエア・ベアリング・スライダの後端面である、請求項4記載のヘッド。

【請求項6】前記基板上に磁気抵抗読取り素子を含む、請求項4記載のヘッド。

【請求項7】前記磁気抵抗読取り素子が前記基板と前記書込みヘッドの前記磁気ヨークとの間に配置され、前記基板と前記読取り素子との間に配置される第1のシールド層を含む、請求項6記載のヘッド。

【請求項8】前記極先端面及び前記基板面の両方に平行な直線に沿って測定したとき、前記電気抵抗領域の幅が前記第2の極先端の幅よりも小さい、請求項4記載のヘッド。

【請求項9】前記ギャップ内の前記第1及び第2のスペーサ層の間に配置される前記導電材料層に接続され、前記高電気抵抗領域を過熱するための電流を供給する、第1及び第2の電気リードを含む、請求項4記載のヘッド。

【請求項10】前記第1及び第2のスペーサ層が導電材料から成り、前記第1及び第2の磁極片が前記第1及び第2のリードを含み、それにより前記磁極片の1つを流れる電流が、前記第1及び第2のスペーサ層の間に配置される前記導電材料層の平面に垂直に、前記スペーサ層

の1つを通じて導通される、請求項9記載のヘッド。

【請求項11】前記第1及び第2のスペーサ層が絶縁材料層から成る、請求項9記載のヘッド。

【請求項12】基板及び前記基板上の磁気記録層を含む回転式磁気記録ディスクと、ディスク対向面及び後端面を有し、前記ディスクに接近して維持されるスライダと、

前記スライダの前記後端面上に形成される熱支援型の磁気書込みヘッドとを含み、前記書込みヘッドが、

10 書込みギャップを画定するように間隔をあけられ、前記ディスクに対向する極先端を各々が有する、第1及び第2の磁極片を有する磁気ヨークと、

前記第1の極先端に隣接して、前記ギャップ内に配置される第1のスペーサ層と、

前記第2の極先端に隣接して、前記ギャップ内に配置される第2のスペーサ層と、

前記書込みギャップ内の前記第1及び第2のスペーサ層の間に配置され、電流が印加されるとき、前記ディスク上の前記磁気記録層を過熱する導電材料の抵抗ヒータ層と、

20 前記ヨーク内に配置され、電流が印加されるとき、前記ディスク上の過熱された前記磁気記録層に対して、前記極先端を横断する磁界を生成するコイル層とを含む磁気記録式ディスク・ドライブ。

【請求項13】電流を前記抵抗ヒータ層に供給する電気リードを含む、請求項12記載のディスク・ドライブ。

【請求項14】前記電気リードが前記第1及び第2のスペーサ層の間の前記書込みギャップ内に配置され、それにより電流が前記抵抗ヒータ層の平面内を流れる、請求項13記載のディスク・ドライブ。

【請求項15】前記スペーサ層が導電性であり、前記磁極片が電流を前記スペーサ層を通じて、前記抵抗ヒータ層に垂直に供給する前記電気リードを含む、請求項12記載のディスク・ドライブ。

【請求項16】前記極先端面及び前記スライダの前記後端面の両方に平行な直線に沿って測定したとき、前記抵抗ヒータ層の幅が前記第2の極先端の幅よりも小さい、請求項12記載のディスク・ドライブ。

【発明の詳細な説明】

40 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はデジタル磁気記録に関し、特に、磁気記録層が高温の間にデータが書込まれる磁気記録式ディスク・ドライブに関する。

【0002】

【従来の技術】磁気記録式ディスク・ドライブは、小型薄膜誘導性書込みヘッドを用いてデジタル情報を記憶する。書込みヘッドはスライダの後ろ表面上にパターン化される。スライダはまた、スライダが回転ディスクの表面上の空気の薄い膜上に浮上することを可能にするエア・ベアリング面(ABS)も有する。書込みヘッドは誘

導性ヘッドであり、磁気ヨークの磁極間に配置される薄膜電気コイルを有する。書込み電流がコイルに印加されると、極先端がギャップを横断する局所化磁界を提供し、これがディスク上の記録層を、2つの異なる磁気状態（バイナリ・データ・ビット）の1つに磁化する。

【0003】ディスク上の記録層として使用される磁性材料は、磁化されたデータ・ビットが正確に書込まれ、新たなデータ・ビットにより上書きされるまで、それらの磁化状態を保持するように、十分な保磁度を有するよう選択される。データ・ビットは磁化状態の順序で書込まれて、バイナリ情報をドライブに記憶し、記録情報は、記録データ・ビットから生成される漂遊磁界を検出する読取りヘッドを用いてリードバックされる。磁気抵抗（MR）読取りヘッドには、異方性磁気抵抗（AMR）、巨大磁気抵抗（GMR）（スピンバルブ型GMRヘッドなど）、及びごく最近説明された磁気トンネル接合（MTJ）効果にもとづくものがある。書込み及び読取りヘッドの両者はスライダのABSにより、ディスク表面に接近して保たれる。スライダのABSは、ディスクがスライダの下で回転するとき、スライダがディスク面上に“浮上”するように設計される。ディスク上のデータ密度を増加するために、記録ビット・サイズが縮小されると、従来の薄膜誘導性書込みヘッド及び書込みプロセスでは、幾つかの問題が発生する。

【0004】第1の問題は、“超常磁性”（superparamagnetic）効果に関連する。磁気ディスク・ドライブの面積データ密度（ディスクの単位表面積に記録可能なビット数）は、データ・ビットが小さすぎて、それらが単に磁化ビット内の熱運動により消磁され得るまでに至っている（いわゆる“超常磁性”効果）。この問題を回避するための従来のアプローチは、ディスク上の記録層内の磁性材料の磁気異方性及び保磁度を増加することにより、熱平衡を改善するものである。しかしながら、これは書込みヘッドが高保磁度媒体に書込めるように、ヘッドの書込み磁界を増すために、書込みヘッドが高い飽和モーメントを有する材料により作られることを要求する。既知の材料の特性にもとづけば、ヘッドの究極の書込み磁界は約30%程度しか増加できないので、将来のデータ密度の増大を厳しく制限することになる。更に、高い面積密度において要求されるデータ転送率の増加は、書込みヘッドで使用される材料の磁気特性が最適化されることを要求し、これは使用に好適な材料が非常に高い飽和モーメントを有する材料に限られている場合、達成するのが非常に困難である。

【0005】第2の問題は、面積データ密度を増加させるための狭いトラック幅の必要性に関連する。トラック幅が狭くなると、書込みヘッドからのトラック・エッジ漂遊磁界またはフリンジ磁界により規定されるトラック幅の一部が、トラック幅の大きな部分を占めることになる。なぜなら、ヘッドとディスクとの間の間隔は、ヘッ

ドとディスクの摩擦学（tribology）に関する技術的な課題のために、スケーリングできないからである。このことはデータ品質を低下させる。なぜなら、書込まれるトラック幅が、益々効率悪く書込まれるエッジ領域から構成されることになるからである。更に、十分な書込み磁界を提供しつつ、トラック幅を低減するためには、書込みヘッドの極先端の1つにおいて、磁極の高さがその幅よりも相当に大きくなる形状を有する必要がある。こうした高アスペクト比の極先端形状を有する書込みヘッドは、形成するのが困難である。

【0006】磁気媒体（すなわちディスク上の磁気記録層）の保磁度は、温度に依存することが知られているので、提案された1解決策として、“熱支援型”磁気記録（TAMR：thermally assisted magnetic recording）がある。この場合、媒体内の磁性材料が書込みの間に、そのキュリー温度近くまたはそれ以上に局所的に過熱される。そのために保磁度が書込みの発生にとっては十分に低く、また室温での記録ビットの熱平衡にとっては十分に高く維持される。TAMRに対する幾つかのアプローチが提案されており、それらにはレーザー・ビームまたは紫外線ランプを使用して、局所過熱を行う方法などが含まれる（IBM Technical Disclosure Bulletin, Vol. 40, No. 10, October 1997, pp. 65-66、及びIBMの米国特許第5583727号に記載）。これらのアプローチでは、過熱領域が一般にデータ・ビットよりも大きいので、データ・ビット寸法が依然、書込みヘッドのサイズにより決定される。従って、前述の第1の問題はこれらのTAMRアプローチにより解決されるが、第2の問題は解決されない。なぜなら、書込みヘッド形状及びフリンジ磁界が依然、達成され得るトラック幅の低減を制限するからである。

【0007】光磁気（MO）またはTAMRシステムにおいて使用される読取り／書込みヘッドが、米国特許第5986978号で述べられており、そこでは磁極に隣接して、または書込みヘッドのギャップ内に、特殊な光チャネルが形成され、これがレーザー光を方向付けることにより、またはチャネルの熱を下げることにより、MOまたは磁気媒体の書込みを熱的に支援する。TAMRに無関係な旧式の技術についても、コピー機で使用されていることが知られており、そこでは膜をイメージにより磁化し、イメージが次に磁性インキを用いて紙に転写される。米国特許第4520409号で述べられるように、この技術では、リング型ヘッドが磁極間のギャップ内において抵抗ヒータを使用し、膜へのヒート・パルスを変調する一方、磁極片が一定のバイアス磁界を膜に印加する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従って、トラック幅が書込みヘッド極先端の形状により、または書込みヘッドからのフリンジ磁界により決定されるという制限を受け

10

20

30

40

50

ることなく、狭いトラック幅を達成することを考慮した、TAMRシステムのための書き込みヘッドが待望される。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は熱支援型の磁気記録式ディスク・ドライブであり、薄膜誘導性書き込みヘッドが、書き込みヘッドの極先端の間の書き込みギャップ内に配置される電気抵抗ヒータを含む。抵抗ヒータは、書き込みヘッドの極先端の間に配置される第1及び第2のスペース層の間に挟まれる。C P P (current-perpendicular-to-the plane) と呼ばれる1実施例では、スペース層が導電性であり、極先端が、電流を抵抗ヒータ材料の層に一般に垂直な方向に供給する電気リードとして機能する。C I P (current-in-the plane) と呼ばれる第2の実施例では、スペース層が絶縁材料により形成され、電気リードがスペース層の間の膜の一部として形成され、抵抗ヒータのそれぞれの側に接触する。抵抗ヒータの幅は極先端の幅よりも小さい。従って、抵抗ヒータにより過熱されるディスク上の磁性層の領域だけが、書き込みヘッドの極先端により書込まれるので、ディスク上のデータ・トラック幅が、書き込みヘッドの極先端の形状によってではなく、抵抗ヒータの幅により規定される。

【0010】

【発明の実施の形態】図1及び図2は、従来の併合型磁気抵抗(MR)読取りヘッド及び誘導性書き込みヘッドの一部を示し、読取り素子MRと、ヨークY及びコイルCを含む誘導性書き込みヘッドとを示す(コイルCのセグメントが図2の断面図に示される)。併合型ヘッドはエア・ベアリング・スライダなどの、ヘッド・キャリアの後端部分に装着される。図1に示されるように、読取りヘッドは、第1及び第2のギャップ層G1及びG2の間に挟まれる磁気抵抗素子MRを含み、ギャップ層は更に、第1及び第2のシールド層S1及びS2の間に挟まれる。併合型ヘッドでは、読取りヘッドの第2のシールド層S2が、書き込みヘッドの底部の磁極片P1としても機能する(すなわちP1/S2)。図1に示されるように、書き込みヘッドからの磁界が、2つの磁極P1及びP2の間の書き込みギャップWG内に生成され、書き込みヘッドの極先端が、ディスクの真上のスライダのエア・ベアリング面(ABS)から眺められる。図2はまた、保護オーバコート12の下側に配置される磁気記録層11を有し、ABSに対向するディスク10の断面を示す。書き込みヘッドにより生成される磁界は、データ・ビットを書込むために、磁性層11の保磁度に打ち勝たねばならない。書き込みヘッドの磁界限度は、磁極片を形成するために使用される材料の飽和モーメントにより決定される。書込まれるビットの幅は、書き込みヘッドの極先端P2の物理的寸法(幅W及び高さh)と、書き込みヘッドの極先端のエッジにおいて生成される漂遊フリンジ磁界の大きさ(図1に矢印で示される)とにより規定され、磁

極間のギャップWGと、極先端の端部とディスク上の磁性層11との間の間隔S(図2参照)とに依存する。

【0011】本発明のTAMRシステムでは、抵抗ヒータが、薄膜磁気記録式書き込みヘッドの磁極のギャップ内に組み込まれる。ヒータとディスクとの近接度が、磁性層のそのキュリー温度近傍またはそれ以上への過熱を可能にする一方、磁性層が書き込みヘッドからの磁界に露出される間に冷却すると、データ・ビットが記録される。ディスクがヘッドの下側で回転するとき、磁性層が冷却し、磁界の符号を保持する。このアプローチのための2つの可能な記録方式が存在する。すなわち、第1の方式では、ヒータが書き込みプロセス全体を通じてオンになり、媒体がヒータから遠ざかるときの磁性層の冷却が、データ・ビットの位置を決定し、データ・ビットの極性が、冷却時の書き込みヘッドの磁界により決定される。第2の方式では、データ・ビットのアイランドを記録するために、ヒータがオン/オフ制御され、磁気状態の極性が、書き込みヘッドにより生成される磁界の極性により決定される。

【0012】書き込みトラックのエッジは、抵抗ヒータ及び磁性層内での熱の拡散により決定されるので、トラック幅は抵抗ヒータの幅により決定される。従って、P2の幅Wがもはやトラック幅を制御しないので、高アスペクト比(h/W)の極先端P2を形成する問題が、実質的に軽減される。また、書き込みヘッドから要求される磁界は比較的小さいため(例えば500Oe以下)、書き込みヘッドのための磁性材料がもっぱら飽和モーメントにもとづくのではなく、データ転送率性能にもとづき選択可能になる。記録磁化の方向は、使用される磁性層のタイプ、及び書き込み磁極ギャップ内の抵抗ヒータの位置に応じて、平面内にあるか(従来の水平記録)、それとも平面から外れる(垂直記録)。

【0013】図3及び図4を参照すると、水平記録用のTAMRヘッドの実施例が示される。抵抗ヒータ20が書き込み磁極P2、P1の中心に、対称的に間隔をあけて配置され、それにより磁極が磁性層内で、垂直成分の無い、またはほとんど有さない最大水平磁界を生成する。垂直記録では、ヒータが一方の磁極に接近するように非対称に配置され、かなりな大きさの垂直磁界及び水平磁界の両方が、磁性層内に存在する。そして、磁性層の垂直異方性が、垂直方向のデータの書き込みを生じる。書込まれたデータは、MR読取りヘッドなどの、従来の読取りヘッド技術を用いてリードバックされる。

【0014】図3及び図4では、抵抗器または抵抗ヒータ20がC I P (current-in-the-plane) 形状により形成され、導電膜23内に配置される抵抗ヒータ20を流れる電流の方向が、矢印22により示される。要求される磁界は大きくないので、書き込み磁極P1、P2は、従来の記録の場合よりも遠ざけることができる。また、例えば80/20パーマロイ(NiFe)などの、様々な

磁性材料が磁極の形成のために使用可能となる。トラック幅が主に抵抗ヒータ20の幅(W_2)により規定されるので、磁極P2、P1は抵抗ヒータ20の幅 W_2 よりも広い幅 W を有することができ、それにより、低い面積密度の書込みヘッド形成技術が使用可能になる。CIP形状では、書込み磁極間の書込みギャップWG材料が、2つのスペーサ膜L1及びL2と、それらの間に挟まれる抵抗ヒータ20を含むパターン化された導電膜23とから構成される。スペーサ膜は、CIP形状では、電気的に絶縁性の良好な熱伝導材料から成る誘電膜であり、そうした材料には、アルミナ(Al_2O_3)、窒化アルミニウム、及びダイヤモンド状炭素膜などが含まれる。導電膜23は、抵抗ヒータ20が配置される中央領域を含む導体であり、良好な導電率及び熱伝導率を有する導体、例えばロジウムまたは金から成る。抵抗ヒータ20は、導電膜23の非中央領域(すなわち、ヒータ20への電気リードとして作用するヒータ20の両側の領域)よりも高い電気抵抗を有する材料から成る。ヒータ20は低い熱伝導率の導電材料、例えばグラファイト状炭素膜、タンタル(Ta)、チタン(Ti)、またはNiCrなどから成る。サーマル書込みヘッドの線解像度は、抵抗ヒータ20と周囲の絶縁膜L1、L2との間の、温度降下の鋭さにより決定される。従って、L1及びL2の熱伝導率は、絶縁性を維持しつつ、できるだけ高いことが望まれる。

【0015】CIP抵抗器20は、従来の磁気抵抗読取りヘッドを形成するために使用されるプロセスと類似のプロセスにより形成される。図5を参照すると、最初に、抵抗ヒータ材料の完全な膜を、ヒータを書込み磁極P1から絶縁するL1層上に付着することにより、抵抗ヒータ20が形成される。次に、従来の2重層フォトレジスト30がヒータ材料20上に付着され、パターン化されて、長くて狭いストライプを形成する。そして、このストライプの幅がヒータ・トラック幅を画定する。次に、ヒータ20の両側の非中央領域の抵抗膜材料が、フォトレジスト30をマスクとして使用することにより、減法除去される。この除去は従来のイオン・ミリングを用いて行われる。次に、導電リード材料23がフォトレジスト30上に付着される。これは導電膜23がヒータ20のエッジと重なり合い、ヒータを駆動する電流を供給することを可能にする。2重層フォトレジスト30の除去の後、追加の2重層フォトレジスト・プロセスが行われ、好適には正方形形状のヒータ20の正面及び背面領域を画定する。しかしながら、抵抗材料の側部の除去の後に、導電膜が再度付着され、トラック幅を画定するプロセスと異なり、正面及び背面領域のイオン・ミリングの後、絶縁膜が付着され、ヒータの入力及び出力リードを絶縁する。第2の2重層フォトレジストの除去の後、絶縁膜L2がヒータ20及び導電膜23上に付着され、ヒータを書込みヘッドの磁極P2から絶縁する。図

5はまた、従来の書込みヘッドに勝る本発明のTAMR書込みヘッドの利点を示す。トラック幅画定プロセス(抵抗ヒータ20の形成)は、低アスペクト比(例えば4:1以下)で行われるので、書込みトラック幅を従来の磁気記録の場合よりも広げることができる。すなわち、従来の磁気記録では、高い面積密度のために、10:1以上のアスペクト比(図1におけるP2の h/W)を有する書込みヘッドが必要とされた。

【0016】CIP TAMR書込みヘッドの電気リード・レイアウトが、図6の平面図に示される。4つのリードが必要とされ、2つのリード40、42は、ヨークYを通過する書込みコイルCに接続され、2つのリード50、52は、導電膜23内のCIP抵抗ヒータ20に接続される。しかしながら、4つのリードの1つは、書込みコイルC及び抵抗ヒータ20の両方に対して、共通グラウンドを使用することにより、除去され得る。

【0017】図7及び図8では、TAMR書込みヘッドの実施例が示され、抵抗ヒータ20'への電流が、抵抗膜の面に垂直(CPP)である。書込み磁極P2、P1が電流を抵抗ヒータ20'に導通する。2つの磁性膜P2及びP1を電気リードとして使用するために、これらの磁性膜が図8に示されるように、書込みヘッドのヨークYの後方で、薄い誘電膜60により電気的に分離される。この分離は書込みヘッドの磁気効率を、問題にならない程度に低下させるだけである。なぜなら、後方ギャップ内のオーバーラップ領域は、正面の極先端領域内のオーバーラップ領域よりも、遙かに大きく形成され得るからである。後方ギャップにより生じるシャント・キャパシタンスは、ごく僅かである。CPP形状では、書込み磁極P2及びP1の間の書込みギャップWGの材料は、スペーサ膜L1及びL2と、それらに挟まれたパターン化された抵抗膜27とから成り、スペーサ膜は磁極P2及びP1からの電流の導電リードとして作用する。リード膜L1及びL2はロジウムまたは金から成る。ヒータ20'を形成する膜は、ダイヤモンド状炭素膜や窒化アルミニウム(AlN)などの、非常に優れた絶縁体から成り、それによりP2からP1への電流が、抵抗膜27の抵抗ヒータ20'部分を通じて方向付けられる。抵抗ヒータ20'は、CIP抵抗器を形成するために使用されたプロセスと同様のプロセスにより形成される(図5参照)。CPP形状では、リードP2、P1と抵抗ヒータ20'との間の電気接続領域が、CIP形状の場合よりも大きくなる。なぜなら、CIP形状では、抵抗ヒータ20がそのエッジにおいて、導電膜23の非中央領域と接触されるからである(図3参照)。従って、接合の接触抵抗及び信頼性は、CPP形状の方が優れている。CPP実施例の別の利点は、優れた導電特性及び熱伝導特性の両方を有するリード材料が容易に入手可能であり、抵抗ヒータ20'内において、良好な温度勾配が生成される。

【0018】CPP形状を使用するTAMR書き込みヘッドの電気リード・レイアウトが、図9に示される。リード50'は極先端P2に接続し、リード52'は極先端P1に接続される。

*【0019】CIP及びCPP TAMR書き込みヘッドの構造の典型的な寸法、抵抗、及び予測される面積データ密度を、表1に示す。

*【表1】

抵抗器 トラック幅 (nm)	抵抗器 ストライプ 高さ (nm)	抵抗器 厚さ (nm)	書き込み ギャップ (nm)	CPP レジスタ (ohms)	CPP 接合面積 (nm ²)	CIP 抵抗器 (ohms)	CIP 接合面積 (nm ²)	密度 (Gbit/in ²)
200	200	100	300	1.25	40000	5.0	20000	32
100	100	50	300	2.50	10000	10.0	5000	129
50	50	25	300	5.0	2500	20.0	1250	516
10	10	5	300	25	100	100	50	12900

【0020】CIP及びCPP抵抗ヒータの両方は、既存の記録ヘッド・プロセス技術と類似で互換性のある、薄膜ウエハ・プロセスを用いて形成されるので、非常に安価に実現できる。モデル化によれば、ディスク上の磁性層の適切な熱工学技術により、及びディスクからヘッドまでの距離が僅かに5nm乃至10nmにより、良好な熱パワー伝達効率が期待できる。ディスク面の10nm×10nmの領域を200℃まで過熱するのに必要な30マイクロワットの電力が、500℃乃至600℃に過熱された抵抗ヒータからの、近距離場熱結合により達成される。CIP及びCPP TAMR書き込みヘッドの両者の熱応答時間は、100ピコ秒(ps)以下である。

【0021】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0022】(1) 薄膜誘導コイルと、書き込みギャップにより分離された1対の書き込み磁極とを有する熱支援型の磁気記録式薄膜誘導性書き込みヘッドであって、前記ギャップ内に電気抵抗ヒータを含むヘッド。

(2) 前記ギャップ内に、前記ヒータに接続される第1及び第2の電気リードを含む、前記(1)記載のヘッド。

(3) 前記ギャップ内にあって、前記磁極の1つを前記ヒータから分離する第1の絶縁スペーサと、前記ギャップ内にあって、別の前記磁極を前記ヒータから分離する第2の絶縁スペーサとを含む、前記(2)記載のヘッド。

(4) 熱支援型磁気記録のための薄型書き込みヘッドであって、基板と、ギャップを画定するように間隔をあけられた極先端を各々が有する、第1及び第2の磁極片を含む前記基板の磁気ヨークと、前記第1の極先端に隣接して、前記ギャップ内に配置される第1のスペーサ層と、前記第2の極先端に隣接して、前記ギャップ内に配置される第2のスペーサ層と、前記ギャップ内の前記第1及び第2のスペーサ層の間に配置され、電流が印加されるとき熱を生成する高い電気抵抗領域を有する導電材料層と、前記ヨーク内に配置され、前記極先端を横断する磁界を生成するコイル層とを含むヘッド。

(5) 前記基板がエア・ベアリング・スライタの後端面である、前記(4)記載のヘッド。

(6) 前記基板上に磁気抵抗読取り素子を含む、前記(4)記載のヘッド。

(7) 前記磁気抵抗読取り素子が前記基板と前記書き込みヘッドの前記磁気ヨークとの間に配置され、前記基板と前記読取り素子との間に配置される第1のシールド層を含む、前記(6)記載のヘッド。

(8) 前記極先端面及び前記基板面の両方に平行な直線に沿って測定したとき、前記電気抵抗領域の幅が前記第2の極先端の幅よりも小さい、前記(4)記載のヘッド。

(9) 前記ギャップ内の前記第1及び第2のスペーサ層の間に配置される前記導電材料層に接続され、前記高電気抵抗領域を過熱するための電流を供給する、第1及び第2の電気リードを含む、前記(4)記載のヘッド。

(10) 前記第1及び第2のスペーサ層が導電材料から成り、前記第1及び第2の磁極片が前記第1及び第2のリードを含み、それにより前記磁極片の1つを流れる電流が、前記第1及び第2のスペーサ層の間に配置される前記導電材料層の平面に垂直に、前記スペーサ層の1つを通じて導通される、前記(9)記載のヘッド。

(11) 前記第1及び第2のスペーサ層が絶縁材料層から成る、前記(9)記載のヘッド。

(12) 基板及び前記基板上の磁気記録層を含む回転式磁気記録ディスクと、ディスク対向面及び後端面を有し、前記ディスクに接近して維持されるスライタと、前記スライタの前記後端面上に形成される熱支援型の磁気書き込みヘッドとを含み、前記書き込みヘッドが、書き込みギャップを画定するように間隔をあけられ、前記ディスクに対向する極先端を各々が有する、第1及び第2の磁極片を有する磁気ヨークと、前記第1の極先端に隣接して、前記ギャップ内に配置される第1のスペーサ層と、前記第2の極先端に隣接して、前記ギャップ内に配置される第2のスペーサ層と、前記書き込みギャップ内の前記第1及び第2のスペーサ層の間に配置され、電流が印加されるとき、前記ディスク上の前記磁気記録層を過熱する導電材料の抵抗ヒータ層と、前記ヨーク内に配置さ

11

れ、電流が印加されるとき、前記ディスク上の過熱された前記磁気記録層に対して、前記極先端を横断する磁界を生成するコイル層とを含む磁気記録式ディスク・ドライブ。

(13) 電流を前記抵抗ヒータ層に供給する電気リードを含む、前記(12)記載のディスク・ドライブ。

(14) 前記電気リードが前記第1及び第2のスペーサ層の間の前記書き込みギャップ内に配置され、それにより電流が前記抵抗ヒータ層の平面内を流れる、前記(13)記載のディスク・ドライブ。

(15) 前記スペーサ層が導電性であり、前記磁極片が電流を前記スペーサ層を通じて、前記抵抗ヒータ層に垂直に供給する前記電気リードを含む、前記(12)記載のディスク・ドライブ。

(16) 前記極先端面及び前記スライダの前記後端面の両方に平行な直線に沿って測定したとき、前記抵抗ヒータ層の幅が前記第2の極先端の幅よりも小さい、前記(12)記載のディスク・ドライブ。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の併合型磁気抵抗(MR)読取りヘッド及び誘導性書き込みヘッドの一部の断面図である。

【図2】回転磁気記録ディスクの一部に近接して示される、従来の併合型磁気抵抗(MR)読取りヘッド及び誘導性書き込みヘッドの一部の断面図である。

【図3】書き込みギャップ内の抵抗ヒータを通じる電流が平面内(CIP)を流れる、本発明のTAMR書き込みヘッドの断面図である。

【図4】書き込みギャップ内の抵抗ヒータを通じる電流が平面内(CIP)を流れる、本発明のTAMR書き込みヘッドの断面図である。

10

*【図5】書き込みギャップ内に抵抗ヒータを形成するリソグラフィ・プロセスを示す断面図である。

【図6】電気リード対書き込みコイル及びCIP抵抗ヒータのレイアウトを示す、図3及び図4に示されるTAMRヘッドの平面図である。

【図7】書き込みギャップ内の抵抗ヒータを通じる電流が平面に垂直(CPP)に流れる、本発明のTAMR書き込みヘッドの断面図である。

【図8】書き込みギャップ内の抵抗ヒータを通じる電流が平面に垂直(CPP)に流れる、本発明のTAMR書き込みヘッドの断面図である。

【図9】電気リード対書き込みコイル及びCPP抵抗ヒータのレイアウトを示す、図7及び図8に示されるTAMRヘッドの平面図である。

【符号の説明】

10 ディスク

11 磁気記録層(または磁性層)

12 保護オーバーコート

20 抵抗ヒータ

23 導電膜

40、40'、42、42'、50、50'、52、52'

電気リード

S1、S2 シールド層

P1、P2 磁極片

G1、G2 ギャップ層

MR 磁気抵抗素子

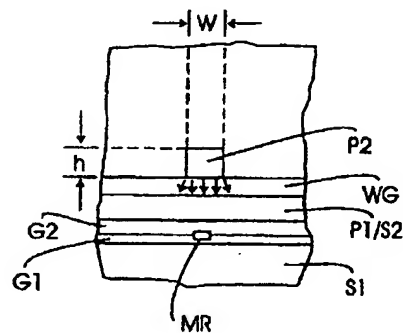
WG 書き込みギャップ

ABS エア・ベアリング面

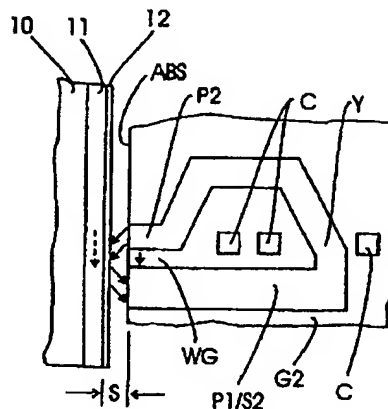
C コイル

*30 Y ヨーク

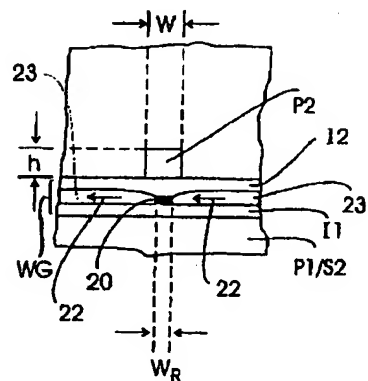
【図1】



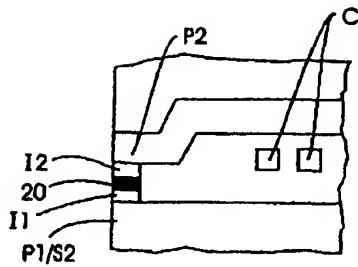
【図2】



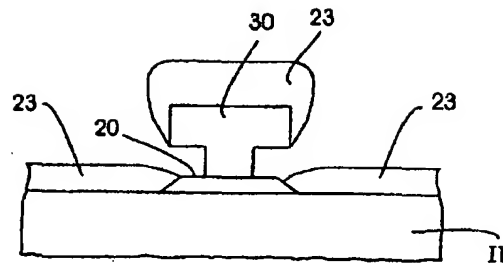
【図3】



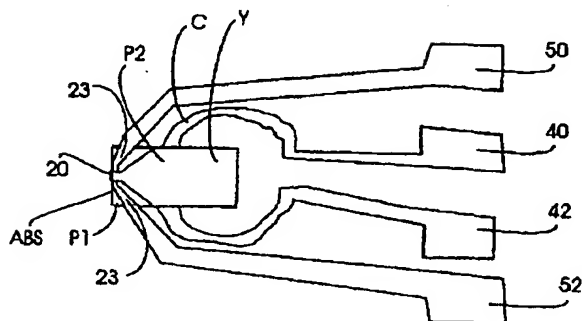
【図4】



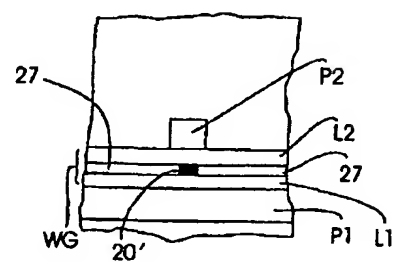
【図5】



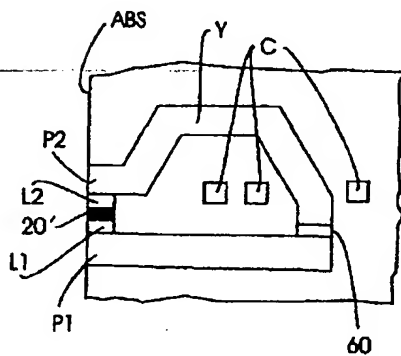
【図6】



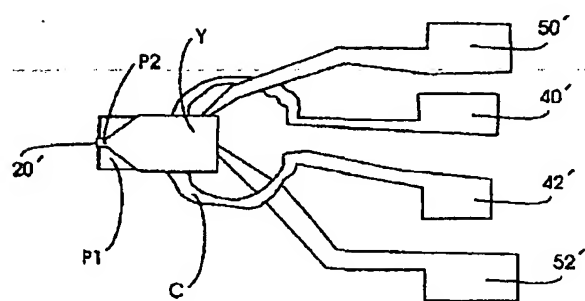
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 ブラカッシュ・カシラジ
アメリカ合衆国95120、カリフォルニア州
サン・ノゼ、フィンチウッド・ウェイ
790

(72)発明者 ネイル・レスリー・ロバートソン
アメリカ合衆国94301、カリフォルニア州
バロ・アルト、ウェイバリー・ストリート
2261

(72)発明者 ヘマンサ・クマー・ウィックラマシンジェ
アメリカ合衆国10514、ニューヨーク州チ
ャパクワ、キング・ストリート 600

Fターム(参考) SD033 AA10 BA11 BA21 BA80 BB01
BB14 BB43 BB51
SD034 BA02 BB12
SD075 AA03 CC01 CC07 CC39 CD20
SD091 AA10 CC01 CC26 DD03
